Untersuchungen am Elektrokardiogramm über die Beziehungen zwischen Herzfrequenz und Überleitungszeit.

Dr. Annemarie Kästel

1940 №143

Aus der Medizinischen Universitätsklinik zu Erlangen.
Vorstand: Univ.-Professor **Dr. R. Greving.**

Untersuchungen am Elektrokardiogramm über die Beziehungen zwischen Herzfrequenz und Überleitungszeit.

Inaugural-Dissertation

zur Erlangung der Doktorwürde
der hohen Medizinischen Fakultät
der Friedrich-Alexander-Universität Erlangen

vorgelegt von

Annemarie Kästel
aus Nürnberg.

Tag der mündlichen Prüfung: 6. Juni 1940.

Nürnberg
Buch- und Kunstdruckerei Georg Brehm
1940

Referent: Dozent Dr. B. zu Jeddeloh.

Dekan: Univ.-Professor Dr. R. Greving.

R. UNIV.
BIBLIOTHEEK
LEIDEN

Bei einer Durchsicht des Schrifttums, das sich mit dem Elektrokardiogramm und seiner Deutung befäßt, findet man vereinzelt immer wieder Angaben über Beziehungen zwischen Herzfrequenz und Überleitungszeit. Jedoch sind diese Angaben entweder ganz allgemein gehalten, oder der Autor beleuchtet die Frage nur von einer Seite her, sodaß kein klares Bild über das tatsächliche Ausmaß dieser Beziehungen zustande kommt. Daher erscheint es gerechtfertigt, an Hand genauer Messungen und unter besonderer Würdigung der Beeinflussung durch Lebensalter und Geschlecht, einmal umfassend die Beziehungen zwischen Herzfrequenz und Überleitungszeit (= PQ-Intervall) darzustellen.

Hierzu bedarf es der Klärung folgender Fragen:

1. In welchen Grenzen bewegen sich die absoluten Werte von Herzfrequenz und PQ-Intervall?
2. Welche Durchschnittswerte für Frequenz und PQ ergeben sich für die verschiedenen Altersklassen bei Männern und Frauen?
3. Welches sind die Häufigkeitswerte von Frequenz und PQ bei Männern und Frauen?
4. Läßt sich hieraus eine allgemeine Beziehung zwischen Frequenz und PQ ableiten?
5. Welche Beziehung besteht im Einzelfall zwischen Frequenz und PQ-Intervall?

Zu diesem Zwecke wurden insgesamt 217 Ruhe-Elektrokardiogramme herzgesunder Personen ausgemessen, von denen 128 von Männern und 89 von Frauen stammten. Das Material stellte die Medizinische Universitätsklinik Erlangen zur Verfügung. Von jedem Elektrokardiogramm wurden das PQ-Intervall und die Herzfrequenz bestimmt. Das Alter der einzelnen

Personen war bekannt. Die jeweils gefundenen Werte der Männer wurden von denen der Frauen getrennt und nun, geordnet nach Lebensjahrzehnten, in Tabellen eingetragen:

Männer

1.—10. Lebensjahr:

Ekg. Nr.	Alter	Frequenz	PQ
11/39	8	85	0,14

11.—20. Lebensjahr:

Ekg. Nr.	Alter	Frequenz	PQ
100/39	15	75	0,16
205/39	15	90	0,17
230/39	16	100	0,17
107	18	83	0,20
200/39	18	65	0,16
152/39	18	75	0,16
313/39	18	80	0,14
314	18	85	0,14
147	19	60	0,19
123/39	19	55	0,17
234/39	19	50	0,12
23/39	19	50	0,13
185/39	20	110	0,15
215/39	20	86	0,15
305/39	20	65	0,14

21.—30. Lebensjahr:

Ekg. Nr.	Alter	Frequenz	PQ
102	22	65	0,17
298/39	22	60	0,15
133/39	23	60	0,19

Ekg. Nr.	Alter	Frequenz	PQ
44/39	24	72	0,16
97	24	66	0,17
46	26	75	0,17
129	26	75	0,14
218/39	27	85	0,13
134/39	27	60	0,20
295/39	27	67	0,18
385/39	27	85	0,15
89/39	28	80	0,18
243/39	28	75	0,18
61/39	28	80	0,18
278/39	29	75	0,14
59/39	29	75	0,16
352/39	29	65	0,16
49/39	30	80	0,16

31.—40. Lebensjahr:

Ekg. Nr.	Alter	Frequenz	PQ
262/39	31	70	0,18
304/39	31	80	0,15
239	32	58	0,17
145/39	32	88	0,15
340/39	32	70	0,16
181/39	33	80	0,19
76	33	60	0,19
19/39	33	80	0,16
162/39	34	55	0,17
201/39	34	100	0,15
209/39	35	80	0,18
26/39	36	80	0,14
271	36	60	0,16
232/39	36	110	0,17
68/39	36	60	0,15
88/39	37	75	0,17

Ekg. Nr.	Alter	Frequenz	PQ
223/39	37	75	0,16
217	37	55	0,15
55	37	70	0,17
119	37	70	0,17
184	38	70	0,16
27/39	38	65	0,13
50/39	38	85	0,15
65/39	39	60	0,20
60/39	39	85	0,15
222/39	39	60	0,14
47/39	40	60	0,16
154	40	53	0,17
69/39	40	63	0,19
257	40	70	0,15

41.—50. Lebensjahr:

Ekg. Nr.	Alter	Frequenz	PQ
109/39	41	60	0,13
163	41	75	0,16
176	41	60	0,17
39	42	82	0,18
231/39	42	85	0,13
172	43	85	0,17
70	43	60	0,17
343/39	43	55	0,14
3/39	44	50	0,16
305/44	44	70	0,19
381/39	45	60	0,15
273/39	46	85	0,15
259/39	46	65	0,15
64	46	90	0,16
82/39	47	65	0,15
91	47	75	0,17
126/39	47	55	0,20

Ekg. Nr.	Alter	Frequenz	PQ
35/39	47	70	0,16
289	48	75	0,18
40	48	66	0,18
194/39	48	66	0,16
211/39	48	85	0,15
241/39	48	85	0,17
138	49	60	0,17
267	49	75	0,19
358/39	49	85	0,18
119/39	50	100	0,16

51.—60. Lebensjahr:

Ekg. Nr.	Alter	Frequenz	PQ
185	51	95	0,19
274/39	51	60	0,18
238/39	52	70	0,16
252	52	55	0,16
29/39	52	75	0,17
361/39	52	75	0,16
357/39	52	65	0,15
28/39	53	80	0,19
105	53	90	0,14
198	53	80	0,20
242	53	52	0,20
152	53	80	0,16
54	54	70	0,18
227	55	63	0,16
293	55	70	0,15
353/39	55	70	0,14
113/39	56	55	0,20
71/39	56	70	0,17
188	57	65	0,16
170	57	75	0,18
159	57	80	0,20

Ekg. Nr.	Alter	Frequenz	PQ
310/39	57	60	0,15
30/39	58	50	0,17
299/39	58	80	0,13
391/39	58	100	0,14
296	59	60	0,18
291	59	85	0,20
265	59	80	0,14
342	60	75	0,20
306	60	80	0,16

61.—70. Lebensjahr:

Ekg. Nr.	Alter	Frequenz	PQ
284	61	65	0,15
311/39	61	63	0,14
193	62	85	0,17
76/39	63	65	0,16
215	64	70	0,18
254/39	66	75	0,20
14/39	69	70	0,18

Frauen

1.—10. Lebensjahr:

Ekg. Nr.	Alter	Frequenz	PQ
285	7	120	0,16
272	8	100	0,16
300/39	9	115	0,12
36/39	10	100	0,13

11.—20. Lebensjahr:

Ekg. Nr.	Alter	Frequenz	PQ
280/39	12	85	0,13
112	14	90	0,17
83	15	80	0,18
268/39	15	100	0,16
265/39	15	85	0,14
186/39	15	63	0,15
148/39	17	100	0,14
284/39	17	70	0,17
261/39	18	75	0,14
280	18	95	0,16
234	18	120	0,19
68	18	83	0,18
21/39	20	75	0,18

21.—30. Lebensjahr:

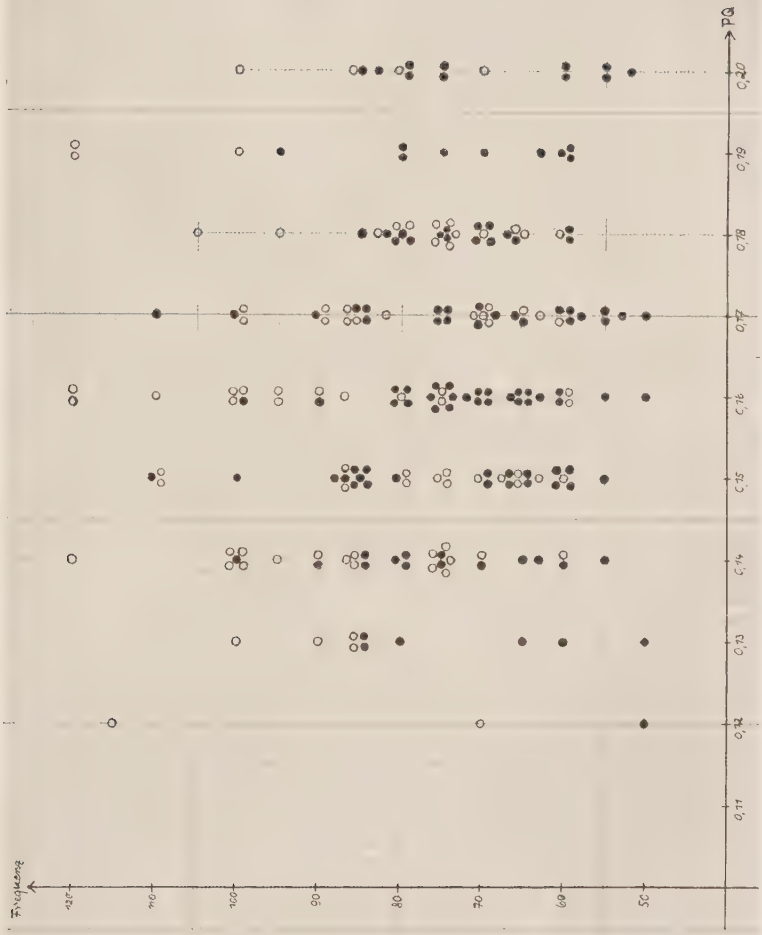
Ekg. Nr.	Alter	Frequenz	PQ
198/39	21	100	0,14
236/39	21	110	0,15
110	22	66	0,18
215	23	70	0,17
206	24	110	0,16
169/39	25	75	0,14
65	26	66	0,15
40/39	26	100	0,20
355/39	26	90	0,16
83/39	28	70	0,18
298	28	60	0,17
323/39	28	90	0,13
56/39	29	90	0,14
43/39	29	70	0,17
217/39	30	105	0,18
302/39	30	60	0,16

31.—40. Lebensjahr:

Ekg. Nr.	Alter	Frequenz	PQ
67	31	86	0,17
210/39	31	82	0,17
85/39	31	100	0,17
235/39	32	85	0,17
138/39	32	75	0,18
216	33	60	0,14
283	33	80	0,20
135/39	34	63	0,17
212/39	34	86	0,17
88	35	100	0,17
255/39	36	70	0,17
213/39	36	80	0,15
252/39	37	75	0,18
141/39	38	75	0,16
134	38	100	0,19
60	38	86	0,15
90/39	38	70	0,20
10/39	38	70	0,15
248	39	65	0,15
153/39	39	120	0,16
291/39	39	75	0,15
2/39	40	86	0,14

41.—50. Lebensjahr:

Ekg. Nr.	Alter	Frequenz	PQ
236	41	65	0,18
169	42	120	0,19
394/39	42	80	0,15
166	44	86	0,20
89	45	75	0,14
106/39	46	85	0,13
69	46	75	0,14



128 Männer : ●

89 Frauen : ○

Ekg. Nr.	Alter	Frequenz	PQ
276/39	46	100	0,14
318/39	47	75	0,15
92/39	48	100	0,14
144	48	60	0,15
242/39	49	75	0,14
53/39	49	120	0,14
147/39	49	70	0,12
57	49	60	0,18
282	49	80	0,18
188/39	49	85	0,14
257/39	50	60	0,16

51.—60. Lebensjahr:

Ekg. Nr.	Alter	Frequenz	PQ
207/39	51	75	0,15
141	52	70	0,14
131	52	95	0,14
332/39	52	110	0,15
90	54	86	0,15
204	54	150	0,15
322/39	55	87	0,16
132/39	57	75	0,18
179/39	57	80	0,16
245/39	57	100	0,16
347	58	75	0,18
322	58	95	0,16
183/39	58	90	0,17
268	60	65	0,15

61.—70. Lebensjahr:

Ekg. Nr.	Alter	Frequenz	PQ
104	63	95	0,18
324/39	66	75	0,16

Trägt man nun die für die einzelnen Elektrokardiogramme gefundenen Werte von PQ und Frequenz in ein Koordinatensystem ein (siehe dieses!), so ergibt sich folgendes Bild: Die PQ-Werte bewegen sich, sowohl bei Männern wie bei Frauen, zwischen 0,12 und 0,20 Sek. Die niedrigsten Frequenzwerte finden sich bei 50, die höchsten bei 120 Systolen in der Minute. Dabei liegen jedoch die Frequenzwerte bei den Frauen im Durchschnitt höher als bei den Männern (Männer: 50—110, Frauen: 60—120), wie aus der Tafel deutlich zu erkennen ist.

Wie verhalten sich nun Frequenz und PQ in den verschiedenen Lebensaltern zueinander? Um diesen Beziehungen nachgehen zu können, wurden in den vorn angeführten Tabellen, die ja bereits nach Lebensjahrzehnten geordnet waren, jeweils die Durchschnittswerte für PQ und Frequenz errechnet. Dabei fand sich Folgendes:

Männer

	Zahl der Fälle	Frequenz	PQ
1. Jahrzehnt:	1	85	0,14
2. „	15	77	0,15
3. „	18	72	0,16
4. „	30	72	0,16
5. „	27	73	0,16
6. „	30	72	0,17
7. „	7	70	0,17

Frauen

	Zahl der Fälle	Frequenz	PQ
1. Jahrzehnt:	4	109	0,14
2. „	13	85	0,16
3. „	16	83	0,16
4. „	22	81	0,17
5. „	18	82	0,15
6. „	14	89	0,16
7. „	2	80	0,17

Auffallend sind hier zuerst wieder die durchschnittlich höheren Frequenzen bei den Frauen. Wichtig erscheint jedoch Folgendes: Für das 1. Jahrzehnt der Männer ergibt sich eine Frequenz von 85 und ein PQ von 0,14. Von da aus steigen bzw. fallen die Werte (von einigen Abweichungen abgesehen, die jedoch nicht wesentlich erscheinen), bis im 7. Jahrzehnt eine Frequenz von 70 und ein PQ von 0,17 erreicht ist. Bei den Frauen läßt sich dasselbe feststellen, nur liegen hier die Grenzwerte bei 109 und 0,14 im 1. Jahrzehnt und bei 80 und 0,17 im 7. Jahrzehnt. Das hieße also: Dem jugendlichen Alter entsprechen höhere Herzfrequenzen und niedrige PQ-Werte, dem höheren Alter entsprechen niedrigere Herzfrequenzen und hohe PQ-Werte.

Nun erhebt sich noch die Frage nach der Häufigkeit der einzelnen PQ- bzw. Frequenzwerte. Welches PQ und welche Frequenz kommt dem höchsten Prozentsatz der Männer und Frauen zu? Hierüber geben die folgenden Aufstellungen Aufschluß:

1	Mann	=	0,8 %	hatte	ein	PQ	von	0,12
6	Männer	=	4,7 %	hatten	„	„	„	0,13
14	„	=	10,9 %	„	„	„	„	0,14
21	„	=	16,4 %	„	„	„	„	0,15
27	„	=	21,1 %	„	„	„	„	0,16
23	„	=	18,0 %	„	„	„	„	0,17
16	„	=	12,5 %	„	„	„	„	0,18
9	„	=	7,0 %	„	„	„	„	0,19
11	„	=	8,6 %	„	„	„	„	0,20
128	Männer	=	100 %					

2	Frauen	=	2,2 %	hatten	ein	PQ	von 0,12
4	„	=	4,5 %	„	„	„	„ 0,13
17	„	=	19,1 %	„	„	„	„ 0,14
15	„	=	16,9 %	„	„	„	„ 0,15
15	„	=	16,9 %	„	„	„	„ 0,16
15	„	=	16,9 %	„	„	„	„ 0,17
14	„	=	15,7 %	„	„	„	„ 0,18
3	„	=	3,3 %	„	„	„	„ 0,19
4	„	=	4,5 %	„	„	„	„ 0,20
89	Frauen	=	100 %				

Frequenz	Zahl der Männer	= %	
50 — 60	32	25,0	50,8 %
61 — 70	33	25,8	
71 — 80	35	27,3	
81 — 90	21	16,4	21,9 %
91 — 100	5	3,9	
101 — 110	2	1,6	
111 — 120	0	0,0	
	128	100,0	

Frequenz	Zahl der Frauen	= %	
50 — 60	6	6,8	25,9 %
61 — 70	17	19,1	
71 — 80	21	23,6	
81 — 90	19	21,4	50,5 %
91 — 100	16	18,0	
101 — 110	4	4,3	
111 — 120	6	6,8	
	89	100,0	

Aus diesen Aufstellungen geht hervor:

1. Der größte Prozentsatz der Männer (21,1 %) hat ein PQ von 0,16, während auf den höchsten Prozentsatz der Frauen (19,1 %) ein PQ von 0,14 fällt; d. h. die PQ-Werte der Frauen sind im Durchschnitt niedriger als die der Männer.

2. Der größte Prozentsatz der Männer (27,3 %) wie auch der Frauen (23,6 %) hat eine Herzfrequenz zwischen 71 und 80 Systolen in der Minute. Auf 50,8 % der Männer und nur 25,9 % der Frauen treffen Frequenzen, die unter diesem Werte liegen, während 21,9 % der Männer und 50,5 % der Frauen höhere Frequenzen haben. Dies ist also wieder ein Beweis dafür, daß die Frauen durchschnittlich höhere Frequenzen haben als die Männer. Diese Ergebnisse können jedoch nur dann einwandfrei sein, wenn der Altersaufbau beider Gruppen, der Männer und Frauen, ungefähr derselbe und somit eine Beeinflussung der Werte aus dieser Richtung ausgeschlossen ist. Daß dies hier tatsächlich der Fall ist, geht aus den Aufstellungen von Seite 12 hervor.

Vergegenwärtigt man sich nun die bisherigen Ergebnisse, welche besagen:

a) die Frequenz ist bei jugendlichen Individuen höher als bei älteren Menschen, während umgekehrt die PQ-Werte niedriger sind,

b) Frauen haben im Durchschnitt höhere Frequenzen und niedrigere PQ-Werte als Männer,

so läßt sich daraus ohne weiteres der allgemeine Schluß ziehen: Hohen Frequenzen müssen niedrige PQ-Werte entsprechen und umgekehrt.

Auf die Frage jedoch, welche Beziehungen nun im Einzelfall zwischen PQ und Frequenz bestehen, ist zu antworten: Im Einzelfall lassen sich feste Beziehungen

irgendwelcher Art nicht nachweisen. Wohl sind unter den Fällen solche, die bei hohen Frequenzen niedrige PQ-Werte haben und umgekehrt hohe PQ-Werte bei niedrigen Frequenzen. Es sei aber auch erwähnt, daß beispielsweise bei einer Frequenz von 50 ein PQ-Wert 0,12 gefunden wurde, wie umgekehrt ein PQ von 0,20 bei einer Frequenz von 100. Dabei sei aber die Frage offen gelassen, ob diese letztgenannten Fälle noch als normal gelten dürfen.

Zusammenfassend läßt sich nun als Ergebnis dieser Untersuchungen feststellen:

1. Die PQ-Werte bewegen sich zwischen 0,12 und 0,20 Sek., die Frequenzen zwischen 50 und 120 Systolen in der Minute.

2. Dem jugendlichen Alter entsprechen höhere Herzfrequenzen und niedrige PQ-Werte, dem höheren Alter entsprechen niedrige Frequenzen und hohe PQ-Werte.

3. Im Durchschnitt sind die PQ-Werte der Frauen niedriger und die Frequenzen höher als die der Männer.

4. Hohen Frequenzen entsprechen durchschnittlich kurze Überleitungszeiten und umgekehrt.

5. Im Einzelfall lassen sich jedoch keine festen Beziehungen zwischen Herzfrequenz und Überleitungszeit nachweisen.

Diese Ergebnisse decken sich im Wesentlichen mit dem Wenigen, was im Schrifttum hierüber zu finden ist. Die Länge der Überleitungszeit wird von den verschiedensten Autoren mit 0,12 bis 0,20 Sek. angegeben. Darüber, wie sich Frequenz und PQ in den verschiedenen Lebensaltern zueinander verhalten, finden sich nur bei einigen ausländischen Autoren spärliche Angaben, die jedoch auch dahin lauten, daß die Frequenz bei jugendlichen Individuen höher sei als beim älteren Menschen, während die Überleitungszeit geringer sei als beim Erwachsenen.

Die allgemeine Beziehung zwischen Herzfrequenz und Überleitungszeit kennzeichnet Weber mit den Worten: „ . . . Je höher die Herzfrequenz, umso kürzer normalerweise die Überleitungszeit.“ Die gleiche Angabe, nur von einem anderen Gesichtspunkt ausgehend, macht auch Koch, wenn er sagt: „Die beiden Vagi pflegen in ihrer Wirkung auf das Herz nicht gleich zu sein. der rechte hemmt bevorzugt die Reizbildung in dem rechtsliegenden Sinusknoten, wirkt also hauptsächlich frequenzherabsetzend; der linke beeinflußt mehr den Atrioventrikularknoten, wo er die Überleitungszeit verlängert.“ Hier sei zum Schluß noch erwähnt, daß von der Weth, der, wie dem Verhandlungsbericht zu entnehmen ist, auf dem Kongreß der Deutschen Gesellschaft für Kreislaufforschung vom Jahre 1939 über die Beziehungen zwischen PQ und Pulszeit im Elektrokardiogramm sprach, bei seinen Untersuchungen zu ganz ähnlichen Ergebnissen kam.

Schrifttum.

1. Weber: Die Elektrokardiographie und die graphischen Methoden in der Kreislauf-Diagnostik.
2. Koch: Allgemeine Elektrokardiographie (1937).
3. Deutsche Gesellschaft für Kreislaufforschung: Kongreßverhandlungsbericht 1939.
4. Rosello, Guido: L'elettrocardiogramma nell'età prepubere. (Das E. Kg. des Kindes) Clin. pediatr. 13, 617—641.
5. Gelmann †, I. and S. Brown: Elektrokardiographical charakterisation of the heart in old age and in childhood. Acta med. scand. (Stockh.) 41, 378—396 (1937).

Lebenslauf.

Am 10. August 1915 wurde ich als Tochter des Lehrers Christian Kästel in Nürnberg geboren. Dort besuchte ich 4 Jahre die Volksschule, 3 Jahre das Lyzeum und 6 Jahre das Realgymnasium und schloß 1935 mit der Reifeprüfung ab.

Im W. S. 1935/36 begann ich mit dem vorklinischen Studium an der Universität Erlangen, wo ich am 2. III. 38 das Physikum bestand. Während der klinischen Semester studierte ich in Erlangen und in Wien.

Am 3. Juni 1940 bestand ich in Erlangen das Staatsexamen.

Herrn Oberarzt Dr. B. zu Jeddeloh danke ich für die Überlassung des Themas und die freundliche Beratung.